NI Circuit Design Suite

Erste Schritte mit NI Circuit Design Suite

Mai 2008
374482C-0113

NATIONAL INSTRUMENTS
ELECTRONICS WORKBENCH GROUP

Deutschsprachige Niederlassungen

National Instruments
Germany GmbH
Konrad-Celtis-Straße 79
81369 München
Tel.: +49 89 7413130
Fax: +49 89 7146035

National Instruments
Ges.m.b.H.
Plainbachstraße 12
5101 Salzburg-Bergheim
Tel.: +43 662 457990-0
Fax: +43 662 457990-19

National Instruments
Switzerland
Sonnenbergstraße 53
CH-5408 Ennetbaden
Tel.: +41 56 2005151, +41 21 3205151 (Lausanne)
Fax: +41 56 2005155

Lokaler technischer Support

Deutschland:	`ni.germany@ni.com`	`www.ni.com/germany`
Österreich:	`ni.austria@ni.com`	`www.ni.com/austria`
Schweiz:	`ni.switzerland@ni.com`	`www.ni.com/switzerland`

Technischer Support und Produktinformation weltweit

`ni.com`

National Instruments Corporate Firmenhauptsitz

11500 North Mopac Expressway Austin, Texas 78759-3504 USA Tel: 001 512 683 0100

Internationale Niederlassungen

Australien 1800 300 800, Belgien 32 (0) 2 757 0020, Brasilien 55 11 3262 3599, China 86 21 5050 9800, Dänemark 45 45 76 26 00, Finnland 358 (0) 9 725 72511, Frankreich 01 57 66 24 24, Großbritannien 44 0 1635 523545, Indien 91 80 41190000, Israel 972 3 6393737, Italien 39 02 41309277, Japan 0120-527196, Kanada 800 433 3488, Korea 82 02 3451 3400, Libanon 961 (0) 1 33 28 28, Malaysia 1800 887710, Mexiko 01 800 010 0793, Neuseeland 0800 553 322, Niederlande 31 (0) 348 433 466, Norwegen 47 (0) 66 90 76 60, Polen 48 223 390150, Portugal 351 210 311 210, Russland 7 495 783 6851, Schweden 46 (0) 8 587 895 00, Singapur 1800 226 5886, Slowenien 386 3 425 42 00, Spanien 34 91 640 0085, Südafrika 27 0 11 805 8197, Taiwan 886 02 2377 2222, Thailand 662 278 6777, Tschechische Republik 420 224 235 774, Türkei 90 212 279 3031

Weitere Informationen finden Sie im Anhang unter *Technische Unterstützung und professioneller Service*. Für Kommentare und Anregungen zu unserer Dokumentation geben Sie bitte auf unserer Website `ni.com/info` den Infocode `feedback` ein.

Wichtige Informationen

Garantie

National Instruments gewährleistet, dass die Datenträger, auf denen National Instruments Software übermittelt wird, während eines Zeitraums von 90 Tagen ab Lieferung, nachgewiesen durch Empfangsbestätigung oder sonstige Unterlagen, nicht aufgrund von Material- und Verarbeitungsfehlern Programmanweisungen nicht ausführen. Datenträger, die Programmanweisungen nicht ausführen, werden nach Wahl von National Instruments entweder repariert oder ersetzt, sofern National Instruments während der Garantiezeit über derartige Mängel informiert wird.

Damit Gegenstände zur Ausführung von Garantieleistungen angenommen werden, müssen Sie sich eine Warenrücksendenummer (RMA-Nummer) vom Hersteller geben lassen und diese auf der Packung deutlich sichtbar angeben. Die Kosten der Rücksendung von Ersatzteilen, die von der Garantie erfasst sind, an Sie übernimmt National Instruments.

National Instruments geht davon aus, dass die Informationen in dieser Unterlage zutreffend sind. Die Unterlage ist sorgfältig auf technische Richtigkeit überprüft worden. Für den Fall, dass dennoch technische oder Schreibfehler vorhanden sein sollten, behält sich National Instruments das Recht vor, dies in späteren Ausgaben ohne vorherige Ankündigung zu berichtigen. Bitte wenden Sie sich an National Instruments, falls Sie einen Fehler vermuten. National Instruments haftet in keinem Fall für Schäden, die sich aus oder im Zusammenhang mit dieser Unterlage oder den darin enthaltenen Informationen ergeben.

SOWEIT HIER NICHT AUSDRÜCKLICH VORGESEHEN, SCHLIESST NATIONAL INSTRUMENTS JEDE GEWÄHRLEISTUNG, SEI SIE AUSDRÜCKLICH ODER STILLSCHWEIGEND, AUS. DIESER AUSSCHLUSS GILT INSBESONDERE FÜR EINE ETWAIGE KONKLUDENTE GEWÄHRLEISTUNG, DASS DIE PRODUKTE VON DURCHSCHNITTLICHER QUALITÄT UND FÜR DEN NORMALEN GEBRAUCH ODER FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK GEEIGNET SIND. EINE SCHADENERSATZPFLICHT FÜR SCHULDHAFTES VERHALTEN SEITENS NATIONAL INSTRUMENTS IST AUF DEN VOM KUNDEN GEZAHLTEN KAUFPREIS BEGRENZT. NATIONAL INSTRUMENTS HAFTET NICHT FÜR SCHÄDEN, DIE SICH AUS DEM VERLUST VON DATEN, ENTGANGENEM GEWINN ODER NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN ERGEBEN UND AUCH NICHT FÜR ZUFÄLLIGE ODER FOLGESCHÄDEN, SELBST WENN NATIONAL INSTRUMENTS AUF DIE MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN HINGEWIESEN WURDE. Diese Haftungsbegrenzung gilt unabhängig vom Rechtsgrund der Haftung. Ansprüche gegenüber National Instruments müssen innerhalb eines Jahres nach Schadenseintritt gerichtlich geltend gemacht werden. Die Firma National Instruments haftet nicht für Verspätungsschäden, die nicht in ihrem Verantwortungsbereich liegen. Diese Garantie erstreckt sich nicht auf Schäden, Fehler, Fehlfunktionen oder Servicemängel, die auf der Nichtbefolgung von Anweisungen von National Instruments für die Installation, den Betrieb oder die Wartung, auf Veränderungen des Produktes, Missbrauch oder Fehlgebrauch des Produktes, auf einer Unterbrechung der Energieversorgung, Feuer, Wasserschäden, Unfälle, Handlungen Dritter oder anderen Geschehnissen, die nicht im Verantwortungsbereich von National Instruments liegen, beruhen.

Urheberrechte

Symbole und Darstellungen

In diesem Handbuch werden die folgenden Symbole und Darstellungen verwendet:

» Das Symbol » kennzeichnet die Reihenfolge, in der Menüpunkte und Dialogfeldoptionen anzuklicken sind. So wird zum Beispiel mit der Abfolge **Datei»Seite einrichten»Optionen** angezeigt, dass zunächst das Menü **Datei** zu öffnen ist, hieraus die Option **Seiteneinstellungen** und daraus der Befehl **Optionen** auszuwählen ist.



Dieses Symbol steht für Ratschläge.



Dieses Zeichen steht für einen Hinweis auf wichtige Informationen.

fett In fettgedruckter Schrift sind Elemente dargestellt, die ausgewählt oder angeklickt werden müsen, wie Menüpunkte oder Optionen in Dialogfeldern. Parameternamen sind ebenfalls fettgedruckt.

kursiv Variablen, Hervorhebungen, Querverweise und erstmals genannte Fachausdrücke sind durch Kursivschrift gekennzeichnet. Ebenfalls kursiv sind Textstellen gedruckt, an denen Wörter bzw. Werte einzusetzen sind.

`monospace` In Monospace-Schrift (nicht proportionaler Schrift) sind Programmauszüge, Syntaxbeispiele und Zeichen, die über die Tastatur einzugeben sind, dargestellt. Diese Darstellungsweise wird ebenfalls für Laufwerke, Pfade, Verzeichnisse, Programme, Unterprogramme, Subroutinen, Gerätenamen, Funktionen, Operationen, Variablen sowie Dateinamen und -erweiterungen verwendet.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1
Einführung in die NI Circuit Design Suite

Kapitel 2
Einführung in Multisim

Kapitel 3
Einführung in Ultiboard

Kapitel 4
Einführung in Multisim MCU

Anhang A
Technische Unterstützung und professioneller Service

Stichwortverzeichnis

1

Einführung in die NI Circuit Design Suite

Einige der in diesem Handbuch beschriebenen Funktionen sind möglicherweise nicht in Ihrer Version der NI Circuit Design Suite verfügbar. Einzelheiten zum Funktionsumfang Ihrer Ausgabe finden Sie in den Versionshinweisen.

NI Circuit Design Suite Produktlinie

Die Circuit Design Suite von National Instruments ist ein EDA-Softwarepaket (EDA – Electronics Design Automation), mit dessen Hilfe Ihnen die wichtigsten Schritte zur Planung und Erstellung von Schaltungen erleichtert werden.

Multisim ist ein Programm zur Erstellung und Simulation von Schaltplänen. Es eignet sich zur Schaltplaneingabe, zum Durchführen von Simulationen und zur Weitergabe der Daten an den nächsten Arbeitsgang, zum Beispiel die Leiterplattenentflechtung. Mit *Multisim* können analoge und digitale Simulationen durchgeführt werden.

Ultiboard erzeugt anhand der Daten von Multisim gedruckte Schaltungen, führt einfache mechanische CAD-Operationen durch (z. B. Platzierung der Bauteile auf den Leiterplatten) und bereitet die Leiterplatten für die Produktion vor. Ultiboard sorgt außerdem für die automatische Bauteilplatzierung und das Layout.

Lerneinheiten (Tutorial)

Dieses Handbuch enthält folgende Schritt-für-Schritt-Tutorials:

- *Einführung in Multisim*—Stellt Ihnen Multisim und seine Funktionen vor.
- *Einführung in Ultiboard*—Zeigt Ihnen, wie Sie die Bauelemente und Leiterbahnen für die im Multisim-Tutorial-Kapitel beschriebenen Schaltungen richtig platzieren. Außerdem lernen Sie, wie Bauelemente automatisch eingefügt und die dazugehörigen Leiterbahnen automatisch verlegt werden.
- *Einführung in Multisim MCU*—Führt Sie durch die Simulation und Fehlersuche in einer Schaltung mit Mikrocontroller.

Weiterführende Informationen zu den in diesen Kapiteln beschriebenen Funktionen finden Sie im Multisim- oder im Ultiboard-Benutzerhandbuch.

2

Einführung in Multisim

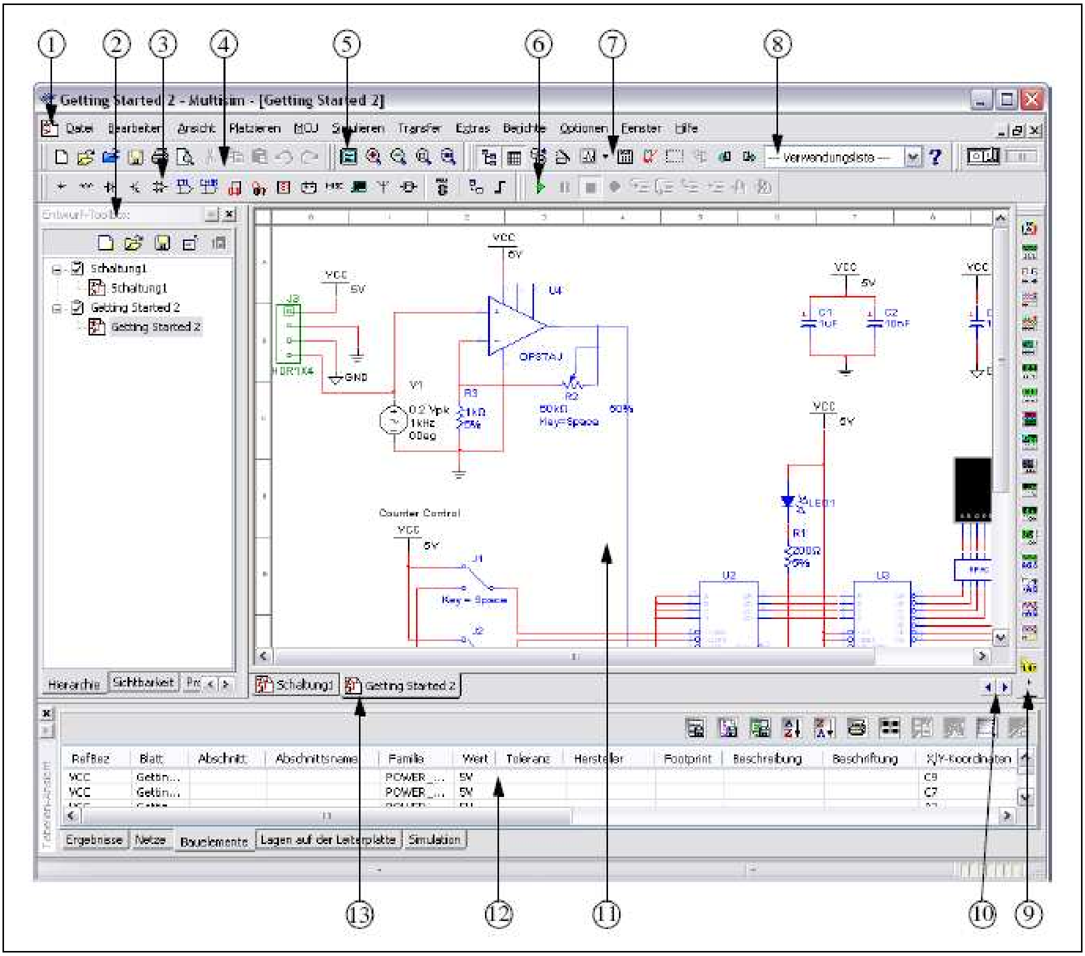
Im vorliegenden Kapitel erhalten Sie eine kurze Einführung in Multisim und seine Funktionen.

Einige der beschriebenen Funktionen sind möglicherweise in Ihrer Ausgabe von Multisim nicht enthalten. Einzelheiten zum Funktionsumfang Ihrer Ausgabe finden Sie in den Versionshinweisen.

Multisim-Benutzeroberfläche

Bei Multisim, einem Programm zur Erfassung und Simulation von Schaltplänen der National Instruments Circuit Design Suite, handelt es sich um ein EDA-Programm (EDA – Electronics Design Automation), mit dessen Hilfe die wichtigsten Schritte zur Planung und Erstellung von Schaltungen durchgeführt werden können. Multisim ist ein Programm zur Schaltplaneingabe, zum Durchführen von Simulationen und zur Weitergabe der Daten an den nächsten Arbeitsgang, zum Beispiel die Leiterplattenentflechtung.

Die Benutzeroberfläche von Multisim ist folgendermaßen aufgebaut:



1 Menüleiste
2 Entwurf-Toolbox
3 Bauelemente-Symbolleiste
4 Standard-Symbolleiste
5 Ansicht-Symbolleiste
6 Simulations-Symbolleiste
7 Haupt-Symbolleiste
8 Liste verwendeter Bauelemente
9 Instrumenten-Symbolleiste
10 Text rollen links/rechts
11 Schaltungsfenster
12 Tabellen-Ansicht
13 Aktive Registerkarte

Die **Menüleiste** enthält die Befehle für sämtliche Funktionen.

Die **Entwurf-Toolbox** ermöglicht die Suche nach den verschiedenen Dateien eines Projekts (z. B. Schaltplandateien, Leiterplattenlayoutdateien oder Berichten), die Anzeige einer Schaltplanhierarchie und das Ein- und Ausblenden verschiedener Lagen.

Die **Bauelemente**-Symbolleiste enthält Schaltflächen zur Auswahl von Bauelementen aus den Multisim-Bauelementedatenbanken zum Platzieren in Schaltungen.

Die **Standard**-Symbolleiste enthält Schaltflächen für die meistverwendeten Funktionen wie Speichern, Drucken, Ausschneiden oder Einfügen.

Die **Ansicht**-Symbolleiste enthält Schaltflächen zur Veränderung der Bildschirmanzeige.

Die **Simulations**-Symbolleiste enthält Schaltfächen zum Start, Stopp und andere Simulationsfunktionen.

Die **Haupt**-Symbolleiste enthält Schaltflächen für allgemeine Multisim-Funktionen.

Die **Liste verwendeter Bauelemente** enthält eine Liste aller im Entwurf verwendeter Bauelemente.

Die **Instrumenten**-Symbolleiste enthält Schaltflächen für jedes Instrument.

Im **Schaltungsfenster** (das auch als “Arbeitsbereich” bezeichnet wird) wird der Schaltplan gezeichnet.

Die **Tabellen-Ansicht** ermöglicht die Anzeige von Parametern und Bauelementeinformationen wie Platzbedarfsinformationen, Referenzbezeichnungen, Attribute und Entwurfsregeln. Sie können die Parameterwerte für einige oder alle Bauelemente in einem einzigen Schritt ändern und weitere Funktionen verwenden.

Überblick

In diesem Dokument werden alle Aspekte der Erstellung einer technischen Schaltung vom Erstellen eines Schaltplans über die Simulation der Schaltung bis hin zur Analyse der Ergebnisse beleuchtet. Nach dem Abarbeiten der beschriebenen Schritte erstellen Sie eine Schaltung, mit der ein analoges Kleinsignal erfasst und verstärkt wird und dessen Auftreten mit einem einfachen digitalen Zähler ermittelt wird.

Nützliche Tipps sind links durch ein Symbol gekennzeichnet, z. B.:

Tipp Sie können jederzeit die Hilfe aufrufen, indem Sie auf der Tastatur <F1> drücken oder in einem Dialogfeld die Schaltfläche **Hilfe** anklicken.

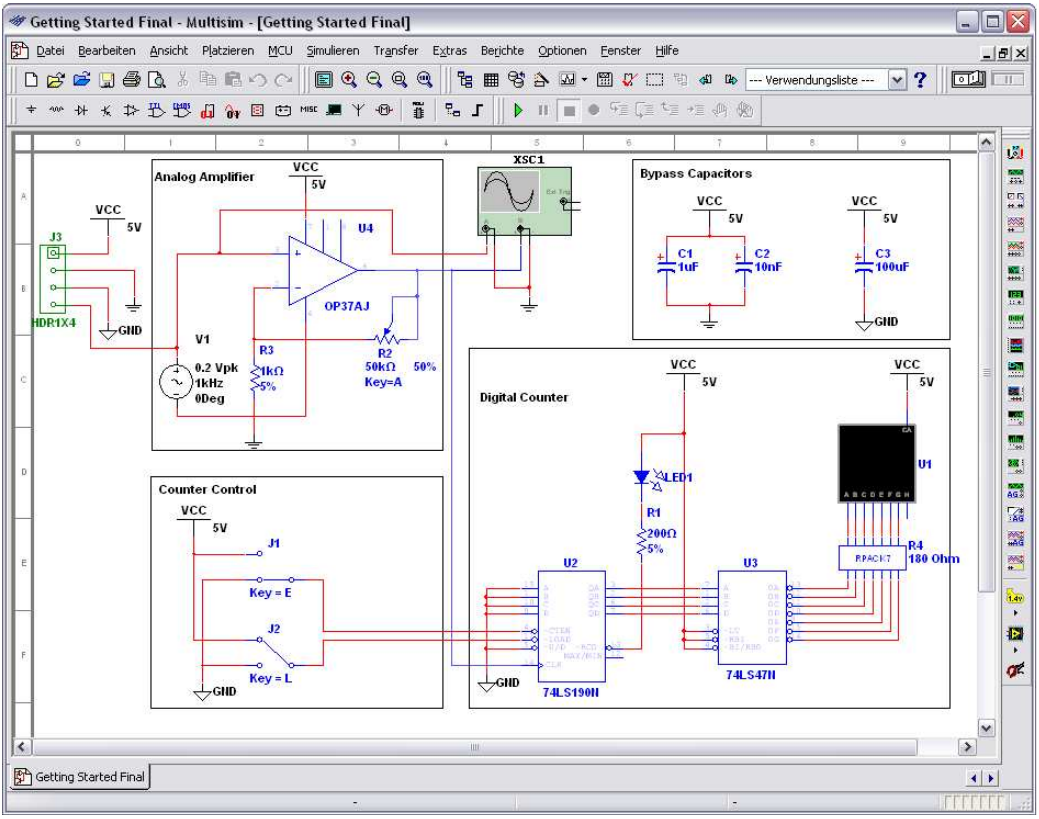
Sobald Sie den Abschnitt zum Verbinden der Bauelemente erreicht haben, können Sie mit der Schaltung fortfahren, die Sie im Abschnitt "Bauelemente platzieren" erstellt haben.

Alternativ können Sie die Datei `Getting Started 1.ms10` im Verzeichnis `...\Dokumente und Einstellungen\All Users\Gemeinsame Dokumente\National Instruments\Circuit Design Suite 10.1\samples\Getting Started\` öffnen. In dieser Datei sind sämtliche Bauelemente richtig platziert.

Nach Erreichen der Simulation können Sie entweder an der vorhandenen Schaltung weiterarbeiten oder die Datei `Getting Started 2.ms10` verwenden, in der alle Bauteile bereits richtig verbunden sind.

Schaltungsentwicklung

In diesem Abschnitt fügen Sie die Bauelemente für die unten abgebildete Schaltung ein und verbinden sie miteinander.



Öffnen und Speichern der Datei

Um Multisim zu starten, führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Wählen Sie **Start»Programme»National Instruments»Circuit Design Suite 10.1»Multisim 10.1**. Es öffnet sich eine leere Datei im Arbeitsbereich namens `Schaltung1`.

So speichern Sie die Datei unter einem anderen Namen:

1. Wählen Sie **Datei»Speichern unter**. Es öffnet sich das Windows-Dialogfeld zum Speichern von Dateien.
2. Wählen Sie einen Speicherort für die Datei aus. Geben Sie anschließend als Dateinamen `MeineErstenSchritte` ein und klicken Sie auf die Schaltfläche **Speichern**.

Tipp Um versehentlichem Datenverlust vorzubeugen, sollten Sie über die Registerkarte **Speichern** des Dialogfelds **Voreinstellungen** regelmäßig Sicherheitskopien erstellen.

Um eine vorhandene Datei zu öffnen, führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Wählen Sie **Datei»Datei öffnen**, wählen Sie eine Datei aus und klicken Sie auf die Schaltfläche **Öffnen**.

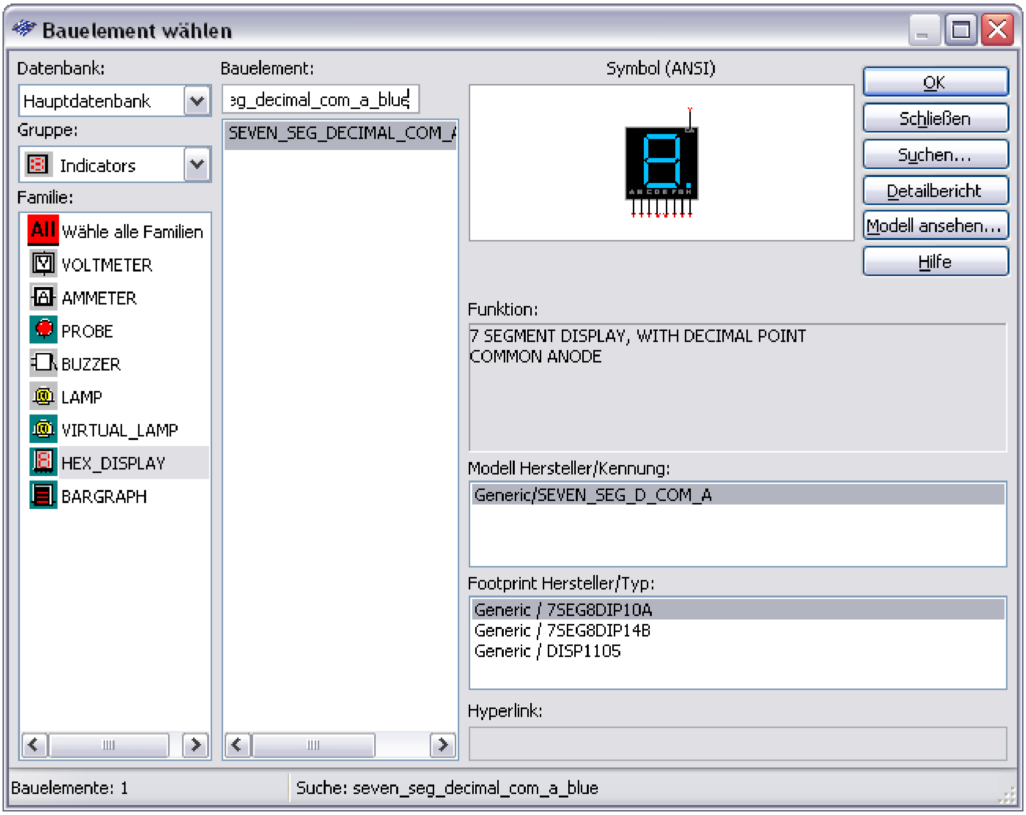
Tipp Zum Öffnen von Dateien aus älteren Multisim-Versionen wählen Sie im Dialogfeld **Datei öffnen** unter **Dateityp** die entsprechende Version aus.

Einfügen der Bauelemente

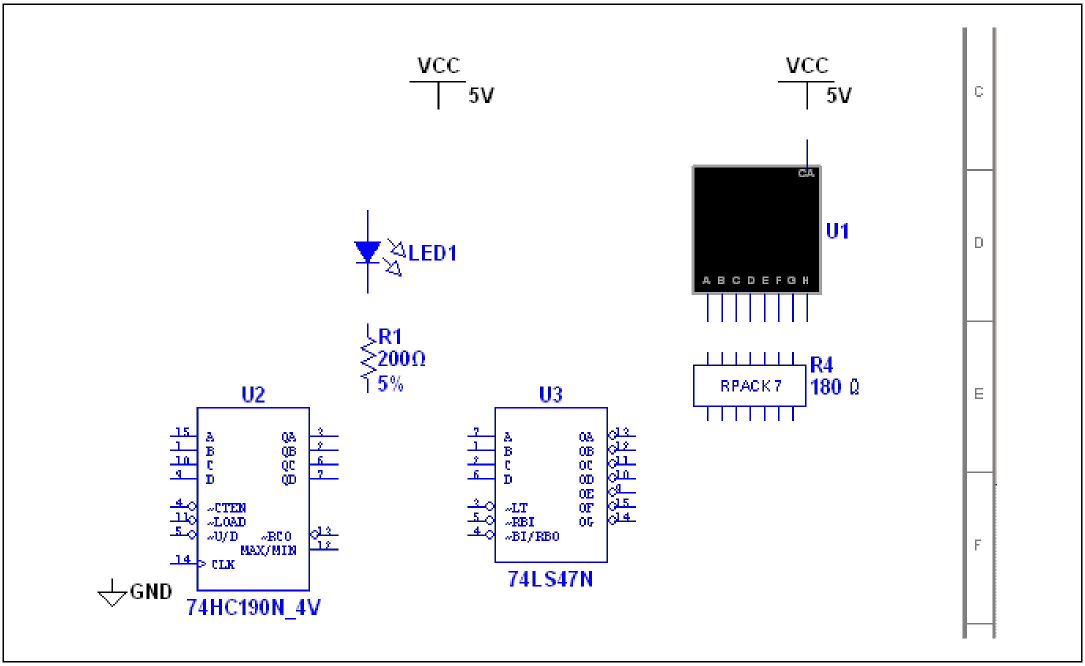
Um Bauelemente einzufügen, führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Öffnen Sie `MeineErstenSchritte.ms10` wie oben beschrieben.
2. Klicken Sie auf **Platzieren»Bauelement**, um zum Fenster **Bauelement wählen** zu gelangen. Wählen Sie hier die in der folgenden Abbildung dargestellte 7-Segment-LED-Anzeige aus und klicken Sie auf **OK**. Das Bauelement erscheint daraufhin umrisshaft unter dem Cursor.

Tipp Nach Auswahl der **Gruppe** und **Familie** des Bauelements können Sie unter **Bauelement** den Namen des Bauteils eingeben. Ihre Eingabe wird im Feld **Suche** am unteren Rand des Fensters angezeigt. Geben Sie für das obige Beispiel `seven_seg_decimal_com_a_blue` ein. Übereinstimmungen werden bereits bei der Eingabe angezeigt.



3. Bewegen Sie den Cursor in die rechte untere Ecke der Arbeitsfläche und klicken Sie mit der linken Maustaste, um das Bauelement einzufügen. Die Kennung für dieses Bauelement lautet “U1”.
4. Fügen Sie die restlichen Bauelemente wie dargestellt in den Bereich für den Zähler ein.



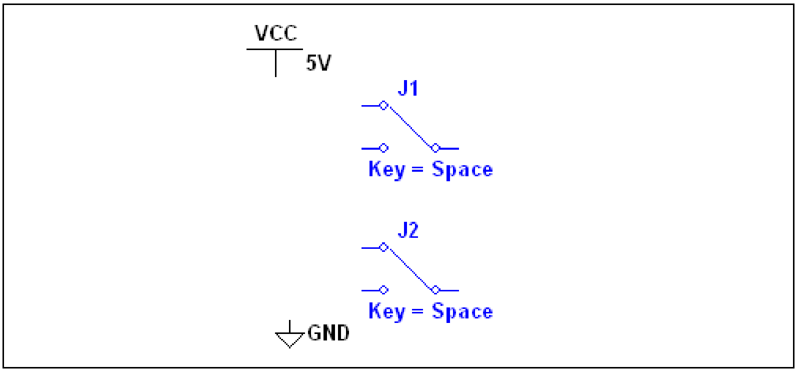
Hinweis Beim Einfügen von Widerständen, Induktoren oder Kondensatoren (RLC-Bauelementen) enthält das Dialogfeld **Bauelement wählen** geringfügig andere Optionen als sonst. Beim Einfügen dieser Bauelemente können Sie jede denkbare Kombination aus folgenden Parametern wählen: Wert des Bauelements (z. B. Widerstandswert), Typ (z. B. Kohleschicht), Toleranz, Footprint und Hersteller. Beim Einfügen eines Bauelements, das als PCB-Layout exportiert werden soll und Teil der **Stückliste** sein wird, müssen Sie darauf achten, dass die im Dialogfeld **Bauelement wählen** angegebene Kombination von Werten auch wirklich verfügbar ist.

Tipp Beim Einfügen von RLC-Bauelementen ist der Wert des Bauteils ganz oben in die Liste der **Bauelemente** einzutragen. Der Wert muss aber nicht in der Liste enthalten sein, damit das Bauteil in die Schaltung eingefügt werden kann.

Tipp Um den 200-Ω-Widerstand senkrecht anzuordnen, drücken Sie beim Einfügen des Widerstands die Tastenkombination <Strg + R>.

Tipp Die Bauelemente werden in der Reihenfolge mit Referenzbezeichnern versehen, in der sie eingefügt werden (z. B. U1, U2, U3). Wenn Sie also die Bauelemente in einer anderen Reihenfolge als in der Abbildung einfügen, ändert sich auch die Nummerierung entsprechend. Dies hat jedoch keinerlei Einfluss auf die Funktion der Schaltung.

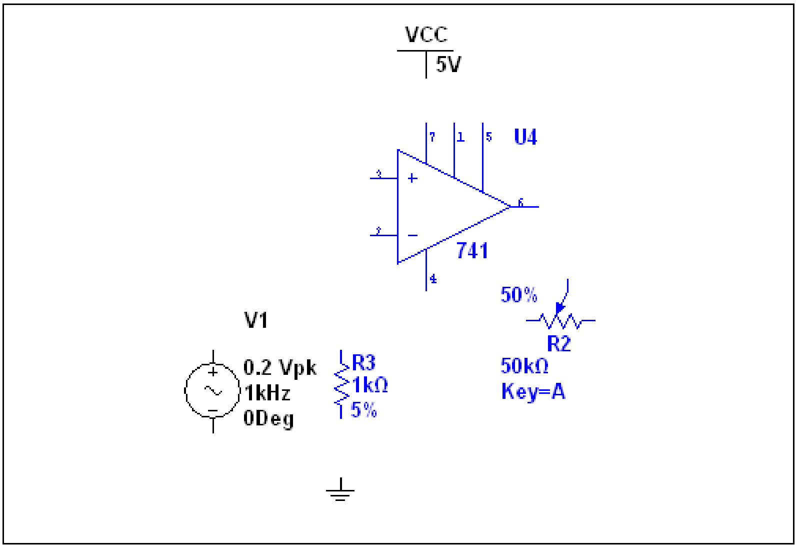
5. Fügen Sie die Bauelemente für die Steuerung des Zählers ein. Klicken Sie nach dem Einfügen mit der rechten Maustaste auf jeden SPDT-Schalter und wählen Sie **Horizontal kippen**.



Tipp Die SPDT-Schalter befinden sich in der Gruppe “Basic” und der Familie “Switch”.

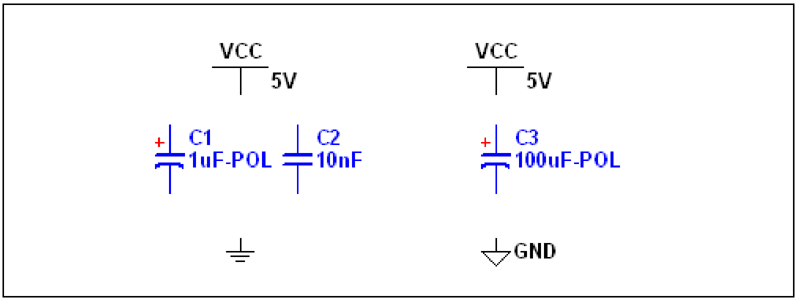
Tipp Wenn das benötigte Bauteil schon auf dem Schaltplan vorhanden ist, markieren Sie es, wählen Sie **Bearbeiten»Kopieren** und dann **Bearbeiten»Einfügen**. Sie können es außerdem aus der **Verwendungsliste** auswählen und durch einen Klick in den Arbeitsbereich einfügen.

6. Fügen Sie die Bauteile für den Analogverstärker wie dargestellt ein und drehen Sie sie bei Bedarf.

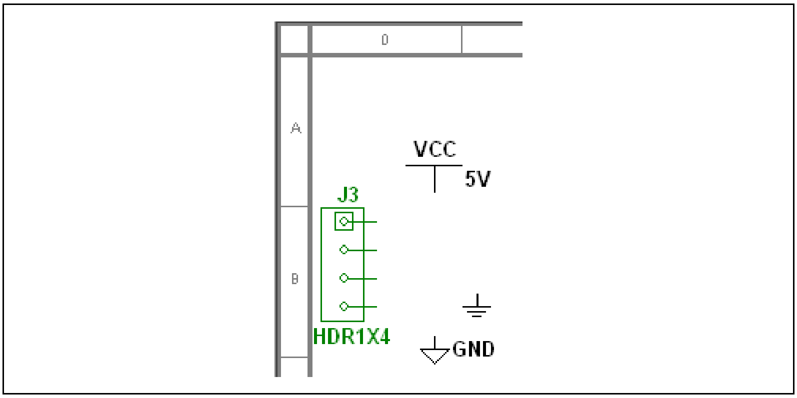


Nachdem Sie die Wechselspannungsquelle eingefügt haben, führen Sie einen Doppelklick darauf aus. Ändern Sie den **Effektivwert der Spannung (RMS)** auf 0.2 V und klicken Sie auf **OK**.

7. Fügen Sie die Bauteile für die Überbrückungskondensatoren wie dargestellt ein.



8. Fügen Sie den Kollektor und die dazugehörigen Bauelemente ein (vgl. die Abbildung unten).



Tipp J3 befindet sich in der Gruppe “Basic” und der Familie “Connectors”.

Tipp Nach dem Verdrahten einer Schaltung können Sie Bauteile mit zwei Anschlüssen – z. B. Widerstände – einfach auf einer Verbindung ablegen. Multisim fügt das Bauteil dann automatisch in den Stromkreis ein.

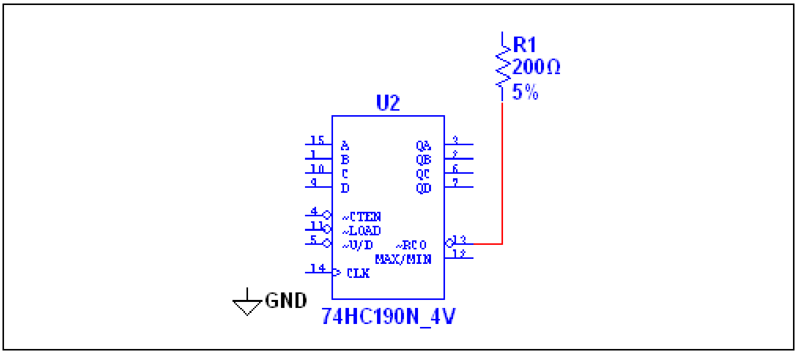
Verbinden der Bauelemente

Alle Bauelemente haben Anschlussstifte, über die sie mit anderen Bauelementen oder Geräten verbunden werden können. Sobald sich der Cursor über einem Anschlussstift befindet, erkennt Multisim die gewünschte Verbindung und der Cursor verwandelt sich in ein Fadenkreuz.

Tipp Sie können nun entweder die Bauelemente zu einer Schaltung verbinden oder die Datei `Getting Started 1.ms10` verwenden. Diese befindet sich im Unterordner `Getting Started` des Ordners `samples`.

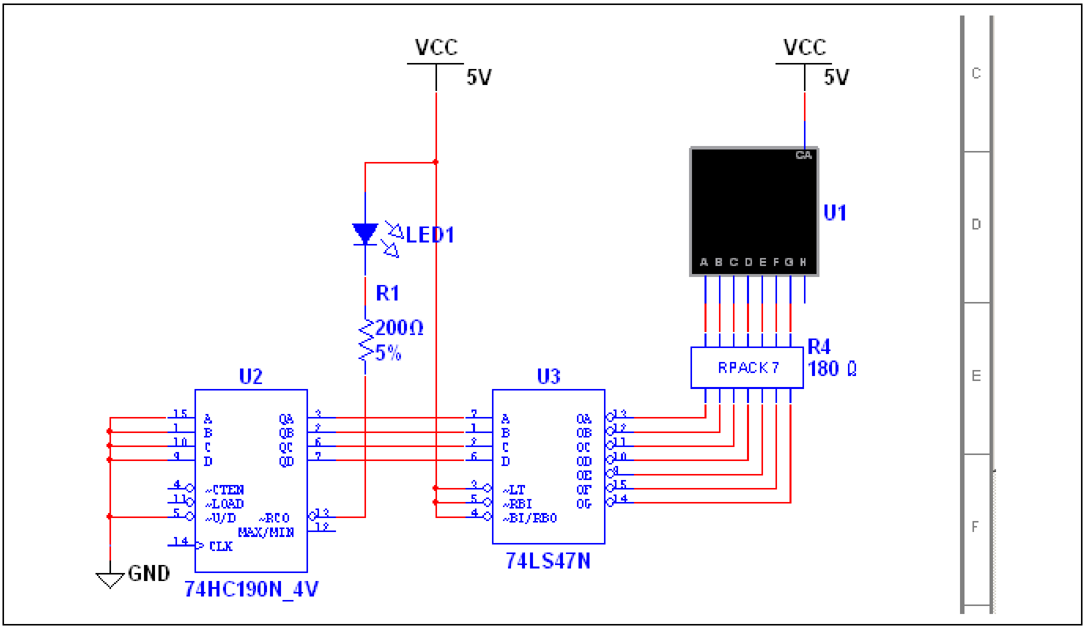
Um Bauelemente zu verbinden, führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Klicken Sie den Ausgangspunkt für die Verbindung an (der Cursor verwandelt sich daraufhin in ein Fadenkreuz) und bewegen Sie die Maus. Daraufhin erscheint unter dem Cursor eine Linie, die eine Leiterbahn symbolisieren soll.
2. Klicken Sie auf den Anschlussstift des zweiten Bauteils, an dem die Verbindung enden soll. Multisim erstellt die Verbindungen automatisch und fügt die Leiterbahn automatisch an der richtigen Stelle und in der richtigen Konfiguration ein, wie unten dargestellt. Diese Funktion spart insbesondere beim Verbinden großer Schaltungen viel Zeit.



3. Die Lage der Leiterbahn kann durch Mausklicks bestimmt werden. Bei jedem Klick wird die Leiterbahn an der entsprechenden Stelle fixiert.

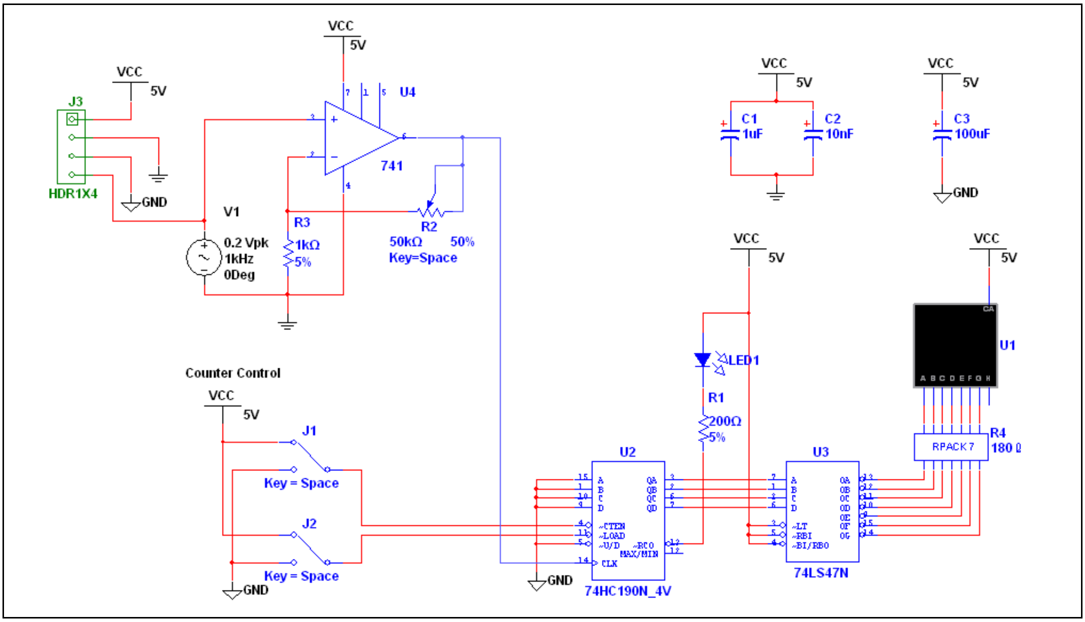
4. Verbinden Sie die restlichen Bauteile für den Zählerbaustein entsprechend der Darstellung.



Tipp Verbinden Sie Elemente mit mehreren Anschlussstiften, wie U3 und R4, in einer Busleitung mit Hilfe von **Bus-Vektorverbindungen**. Einzelheiten dazu entnehmen Sie bitte dem Multisim-Benutzerhandbuch.

Tipp **Virtuelle Verdrahtung** — Damit die Verbindung nicht zu unübersichtlich wird, können Sie zwischen den Abschnitten “Counter Control” und “Digital Counter” virtuelle Verbindungen herstellen. Wenn zwei Netze den gleichen Netznamen enthalten, sind sie virtuell miteinander verbunden.

5. Verdrahten Sie den Rest der Schaltung entsprechend der Abbildung (siehe unten).



Simulation

Durch Simulation Ihrer Schaltungen mit Multisim lassen sich schon früh Schaltungsfehler erkennen, wodurch Zeit und Geld gespart wird.

Virtuelle Messinstrumente

In diesem Abschnitt wird Ihre Schaltung mit Hilfe eines virtuellen Oszillographen simuliert.

Tipp Um Zeit zu sparen, können Sie aber auch die Datei `Getting Started 2.ms10` aus dem Ordner `Getting Started` verwenden, der sich unter `samples` befindet.

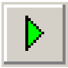
1. J1, J2 und R2 sind interaktive Bauelemente.

   Um die Bedientasten für J1, J2 und R2 festzulegen, klicken Sie die Bauelemente doppelt an. Geben Sie auf der Registerkarte "Wert" in das Feld **Taste für Schalter** für J1 "E" ein, für J2 "L" und für R2 "A".

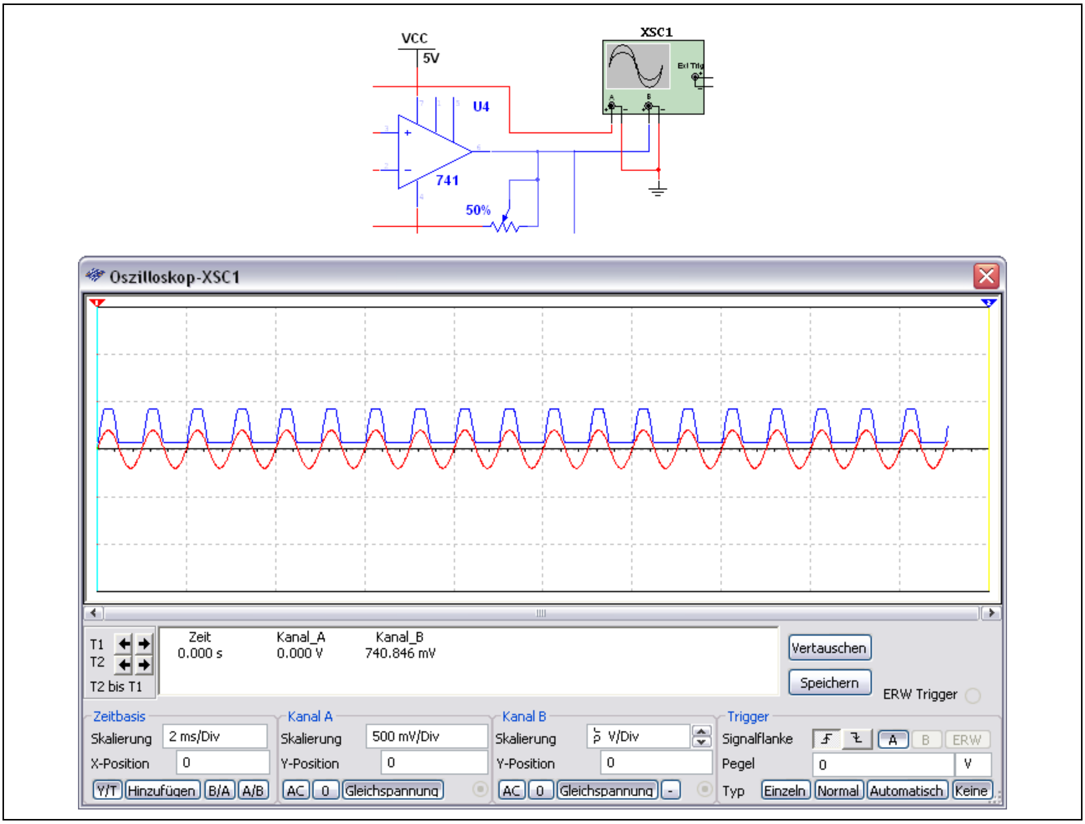
   Betätigen Sie <E>, um den Zähler zu aktivieren, oder klicken Sie auf die verbreiterte Linie, die erscheint, wenn sich der Cursor über J1 befindet.

2. Um einen Oszillographen einzufügen, wählen Sie **Simulieren» Instrumente»Oszillograph**. Verbinden Sie das Gerät wie im Schritt 4 dargestellt mit der restlichen Schaltung.

Tipp Um einfach zwischen den Kurven auf dem Oszillographen zu unterscheiden, klicken Sie die Leitung, die zum Eingang B des Geräts führt, mit der rechten Maustaste an und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Segment einfärben** aus. Wählen Sie eine andere Farbe als die der Leitung an Eingang A aus, z. B. Blau. (Beim Bearbeiten der Schaltung, z. B. beim Ändern der Leitungsfarbe, darf die Simulation nicht laufen).



3. Klicken Sie das Symbol für den Oszillographen doppelt an, um die Vorderseite des Geräts mit der Anzeige und den Bedienknöpfen einzublenden. Wählen Sie **Simulieren»Start**. Im Oszillographen wird nun das Ausgangssignal des Operationsverstärkers angezeigt.
4. Stellen Sie die Skalierung der Zeitbasis auf 2 ms pro Skalenteil und die Empfindlichkeit von Kanal A auf 500 mV pro Skalenteil ein. Der Oszillograph zeigt die Kurven dann folgendermaßen an:



Während der Simulation der Schaltung zählt die 7-Segment-Anzeige aufwärts. Wenn der Zähler einmal durchgezählt hat, leuchtet eine LED auf.

5. Drücken Sie während der Simulation die Taste <E>, um den Zähler zu aktivieren oder zu deaktivieren. Das Starten ist low-aktiv.

   Mit L wird der Zähler auf Null gestellt. Das Zurückstellen ist ebenfalls low-aktiv.

   Drücken Sie <Shift + A> und beobachten Sie, was beim Drehen am Potentiometer geschieht. Wiederholen Sie das Ganze, aber drücken Sie diesmal nur <A>.

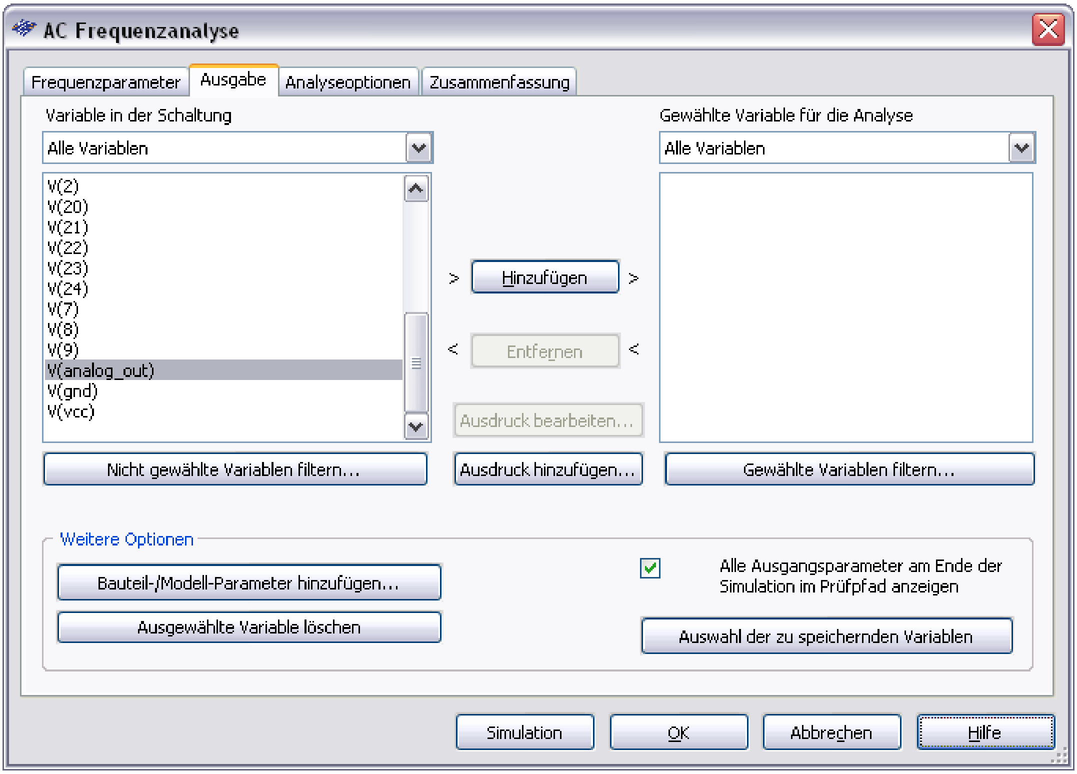
Tipp Statt mit den genannten Tasten können Sie die Bauelemente auch mit der Maus bedienen.

Analyse

In diesem Abschnitt führen Sie an Ihrer Schaltung eine **AC-Analyse** durch, um den Frequenzgang des Verstärkers zu überprüfen.

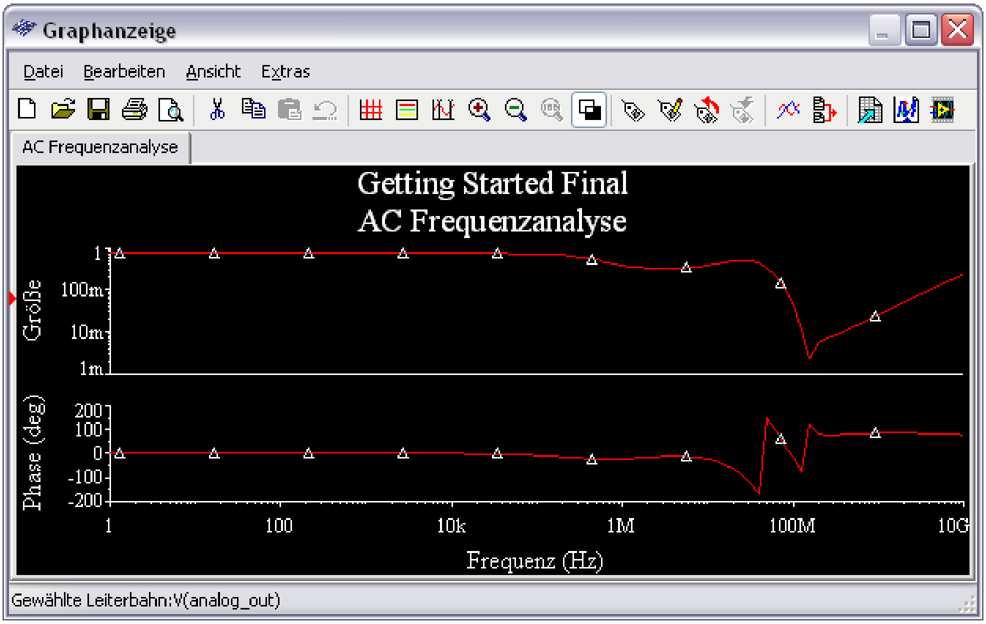
So führen Sie eine **AC-Analyse** am Ausgang des Operationsverstärkers durch:

1. Klicken Sie die Leiterbahn doppelt an, die zum Anschlussstift 6 des Operationsverstärkers führt, und ändern Sie den Netznamen im Dialogfeld **Netz** ggf. auf `analog_out`.
2. Wählen Sie **Simulieren»Analysen»AC-Analyse** und klicken Sie auf die Registerkarte **Ausgabe**.



3. Markieren Sie `V(analog_out)` in der linken Spalte und klicken Sie auf **Hinzufügen**. Der Eintrag `V(analog_out)` wird daraufhin in die rechte Spalte verschoben.

4. Klicken Sie auf **Simulation**. Die Ergebnisse der Analyse werden in der **Graphanzeige** angezeigt.

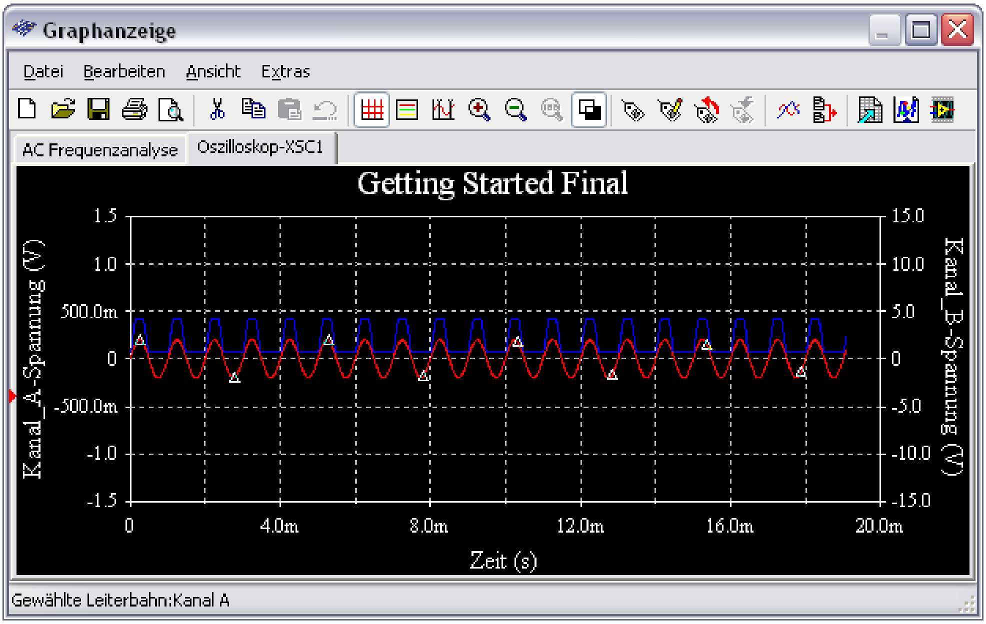


Die Graphanzeige

In der **Graphanzeige** können Sie Diagramme und Tabellen anzeigen lassen, modifizieren, speichern und exportieren. In diesem Fenster werden die Ergebnisse aller Multisim-Analysen in Graphen und Diagrammen oder Kurvengraphen dargestellt (wie bei einem Oszillographen).

Zur Anzeige der Simulationsergebnisse in der **Graphanzeige**:

1. Starten Sie die Simulation wie oben beschrieben.
2. Wählen Sie **Ansicht»Graphanzeige**.



Der Postprozessor

Im **Postprozessor** können Sie die Ergebnisse einer Schaltungsanalyse bearbeiten oder in Form eines Diagramms oder Graphen darstellen. Auf die Ergebnisse können arithmetische, trigonometrische, logarithmische, komplexe, logische sowie Exponential- und Vektorfunktionen angewandt werden.

Berichte

In Multisim können unterschiedliche Arten von Berichten erzeugt werden: **Stücklisten** (BOMs), **Einzelheiten zu Bauelementen**, **Netzlisten**, **Schaltplanstatistiken**, **Auflistungen nicht verbundener Gatter** oder **Querverweise**. In diesem Abschnitt soll für den Beispielschaltplan eine **Stückliste** erstellt werden.

Stückliste

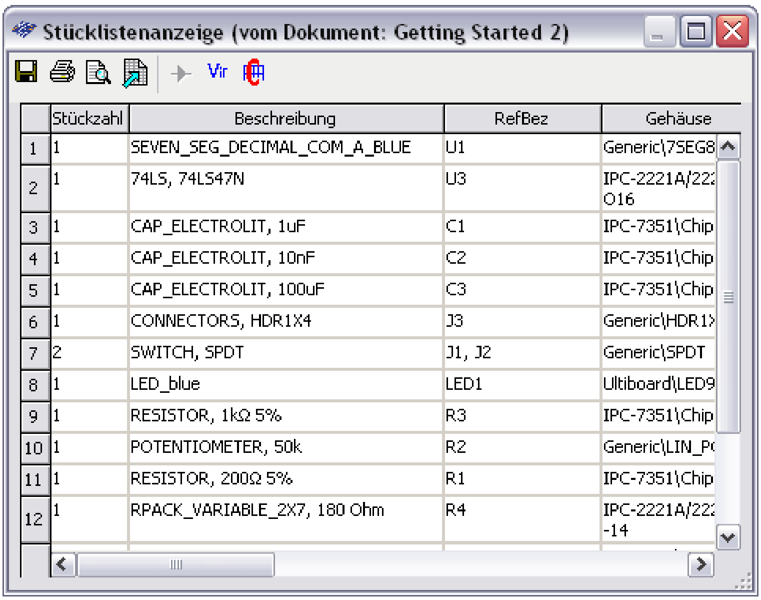
Eine Stückliste ist eine Aufstellung der Bauelemente, die für eine bestimmte Schaltung und die Herstellung der zugehörigen Leiterplatte verwendet werden. Sie enthält folgende Angaben:

- Die Stückzahl jedes erforderlichen Bauelements.
- Eine Beschreibung, in der der Bauteiltyp (z. B. Widerstand) und die Größe des Bauteils (z. B. 5,1 k) enthalten ist.
- Die Kennung jedes Bauelements.
- Das Gehäuse oder den Platzbedarf jedes Bauelements.

Zum Erstellen einer Stückliste für Ihre Schaltung:

1. Wählen Sie aus dem Menü **Berichte** die Option **Stückliste** aus.

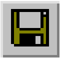
Nun wird die Stückliste geöffnet, die in etwa wie folgt aussieht:


Stücklistenanzeige (vom Dokument: Getting Started 2)

	Stückzahl	Beschreibung	RefBez	Gehäuse
1	1	SEVEN_SEG_DECIMAL_COM_A_BLUE	U1	Generic\7SEG8
2	1	74LS, 74LS47N	U3	IPC-2221A/222 O16
3	1	CAP_ELECTROLIT, 1uF	C1	IPC-7351\Chip
4	1	CAP_ELECTROLIT, 10nF	C2	IPC-7351\Chip
5	1	CAP_ELECTROLIT, 100uF	C3	IPC-7351\Chip
6	1	CONNECTORS, HDR1X4	J3	Generic\HDR1X
7	2	SWITCH, SPDT	J1, J2	Generic\SPDT
8	1	LED_blue	LED1	Ultiboard\LED9
9	1	RESISTOR, 1kΩ 5%	R3	IPC-7351\Chip
10	1	POTENTIOMETER, 50k	R2	Generic\LIN_P(
11	1	RESISTOR, 200Ω 5%	R1	IPC-7351\Chip
12	1	RPACK_VARIABLE_2X7, 180 Ohm	R4	IPC-2221A/222 -14

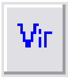


Um die Stückliste auszudrucken, klicken Sie auf die Schaltfläche **Drucken**. Daraufhin öffnet sich das Windows-Druckdialogfeld, in dem Sie den gewünschten Drucker, die Anzahl der Kopien usw. auswählen können.



Klicken Sie zum Speichern der Stückliste auf die Schaltfläche **Speichern**. Daraufhin öffnet sich das Windows-Dialogfeld zum Speichern von Dateien, in dem Sie den Pfad und den Dateinamen angeben können.

Da die Stückliste hauptsächlich zur Unterstützung bei der Beschaffung und Herstellung gedacht ist, enthält sie lediglich reale Bauteile, also z. B. keine Quellen oder virtuellen Bauelemente. Bauelemente ohne zugewiesene Footprints erscheinen nicht in der Stückliste.



Wenn Sie eine Liste der Bauelemente in Ihrer Schaltung sehen wollen, bei denen es sich nicht um reale Bauelemente handelt, müssen Sie auf die Schaltfläche **Virtuelle Bauelemente anzeigen** klicken. Daraufhin wird ein weiteres Fenster geöffnet, in dem nur diese Bauelemente angezeigt werden.

Genaue Angaben zu Stücklisten und anderen Berichtarten finden Sie im Benutzerhandbuch zu Multisim.